

**SOUND WAVE TYPE CONDUIT INVESTIGATION SYSTEM**

Patent number: JP10185884  
Publication date: 1998-07-14  
Inventor: NAGANUMA TETSUO  
Applicant: TOKYO GAS CO LTD  
Classification:  
- international: (IPC1-7): G01N29/18  
- european:  
Application number: JP19960345951 19961225  
Priority number(s): JP19960345951 19961225

10/780751  
285-6

[View INPADOC patent family](#)

**Abstract of JP10185884**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a sound wave type conduit investigation system that makes the send-out of sound waves, which do not lower resolution to discriminate reflected sound waves, by registering a voltage waveform, which is set by the bore of a conduit and by the frequency of the sound waves, in advance, and obtaining a prescribed sound-wave waveform. **SOLUTION:** One end part of a conduit S is provided with a loudspeaker 1, a microphone 2 and with a control part 3, which is connected to them. Then, while the bore of the conduit S and the frequency of sound waves are used as parameters, a waveform table, in which a voltage waveform to be output to the loudspeaker 1 is registered in the control part 3 so that a prescribed sound-wave waveform, which is composed of a sine wave in one cycle can be obtained. Then, the bore of the conduit S as an object to be investigated and the frequency of sound waves to be used are output by a conduit-bore input key 4 and a frequency input key 5. Then, the control part 3 extracts, from the waveform table, the voltage waveform which can obtain a sound waveform in one cycle, and the voltage waveform is output to the loudspeaker 1. Consequently, since the loudspeaker 1 generates the prescribed sound-wave waveform, it is possible to obtain the sound wave type conduit investigation system whose resolution drop is prevented when reflected sound waves are discriminated.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-185884

(43)公開日 平成10年(1998) 7月14日

(51)Int.Cl.<sup>8</sup>

G 0 1 N 29/18

識別記号

F I

G 0 1 N 29/18

審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-345951

(22)出願日 平成 8 年 (1996) 12月25日

(71)出願人 000220262

東京瓦斯株式会社

東京都港区海岸 1 丁目 5 番20号

(72)発明者 長沼 徹郎

神奈川県川崎市高津区梶ヶ谷 2-11-2

(74)代理人 弁理士 小橋 信淳

(54)【発明の名称】 音波式管路調査システム

(57)【要約】

【目的】 管路内で反射する反射音波の識別のための分解能を低下させない音波の送出が行える音波式管路調査システムを提供する。

【構成】 発音手段1が出力側に接続され、入力側には管路口径選択手段4および発音手段1から送出される音波の周波数選択手段5がそれぞれ接続されている制御部3を備え、制御部3は、所定の音波波形が得られる電圧波形を予め登録しておき、選択された管路口径と音波の周波数とから上記電圧波形を選択して出力する。

6: 波形テーブル

D \ f	D	D1	D2	D3
	f			
f1				
f2				
f3				

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 管路の一端より当該管路内にパルス状の音波を送出する発音手段、前記管路の一端において前記管路内で反射したパルス状の音波を集音する集音手段を用いて上記パルス状の音波が送出されてから集音されるまでの時間と音速値とから管路内部を調査する音波式管路調査システムにおいて、

上記発音手段が出力側に接続され、入力側には管路口径選択手段および上記発音手段から送出される音波の周波数選択手段がそれぞれ接続されている制御部を備え、

上記制御部は、所定の音波波形を得るために上記管路口径と上記音波の周波数とで設定された電圧波形を予め登録しておき、選択された管路口径と音波の周波数とから上記電圧波形を選択して出力することを特徴とする音波式管路調査システム。

【請求項2】 請求項1記載の音波式管路調査システムにおいて、

上記制御部は、所定の音波波形を得るために上記音波の周波数に基づき設定された電圧波形を予め登録しておき、選択された音波の周波数に基づき上記電圧波形を選択して出力することを特徴とする音波式管路調査システム。

【請求項3】 管路の一端より当該管路内にパルス状の音波を送出する発音手段、前記管路の一端において前記管路内で反射したパルス状の音波を集音する集音手段を用いて上記パルス状の音波が送出されてから集音されるまでの時間と音速値とから管路内部を調査する音波式管路調査システムにおいて、

上記発音手段が出力側に接続され、入力側には上記集音手段が接続された制御部を備え、

上記制御部は、上記発音手段から送出されている音波の波形が所定の音波波形に整合するように、上記発音手段に出力される電圧を順次変更することを特徴とする音波式管路調査システム。

【請求項4】 管路の一端より当該管路内にパルス状の音波を送出する発音手段、前記管路の一端において前記管路内で反射したパルス状の音波を集音する集音手段を用いて上記パルス状の音波が送出されてから集音されるまでの時間と音速値とから管路内部を調査する音波式管路調査システムにおいて、

上記発音手段が出力側に接続され、入力側には上記集音手段が接続された制御部を備え、

上記制御部は、上記発音手段から送出された音波波形と所定の音波波形とを比較し、波形同士が一致するように上記発音手段に出力される電圧を制御することを特徴とする音波式管路調査システム。

【請求項5】 請求項4記載の音波式管路調査システムにおいて、

上記制御部によって実施される電圧制御は、上記波形同士が一致するまで複数回繰り返されることを特徴とする

音波式管路調査システム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、音波を利用して埋設管等の管路内部を調査する音波式管路調査システムに関する。

## 【0002】

【従来の技術】地中に埋設されているガス管や水道管等の管は、長期間の敷設により腐食が発生して劣化したり、外力で損傷する場合がある。そこで、管の内部を調査して補修等の作業により改修対策を採る事が必要となる。従来、この種の管路内部の調査に用いられるシステムの一つに、カメラやファイバースコープ等の機器を管路内に挿入し、管路内の状態を直接視認できるようにしたシステムがある。しかし、このような機器を挿入する方式では、管路内に挿入されるケーブル等の付帯設備および挿入作業が必要となり、調査のための作業や設備が大掛かりなものとなる虞があった。また、管路途中に折損箇所や分岐部等が存在していると、その箇所での機器類の誘導が難しく、これによって、管路全域における調査が正確に行えないという問題があった。そこで、このような方式に代えて、管路末端部から音波を送出し、その音波の反射状況を観察する事で管路内の状況調査を管路両端あるいは片端から簡易的に行うシステムが提案されている（例えば、特開昭61-29757号公報、特開昭61-202158号公報）。上記公報には、管路末端部に発音手段および集音手段を配置し、発音手段から送出された音波が管路内に発生している断面積変化部で反射するのを検出し、断面積変化部までの位置を観察する事ができる技術が開示されている。このような技術は、管内での断面積変化部の検出ばかりでなく、反射音波の発生位置を観察することにより管内に設置されている継手部等の位置を調査する事も可能である。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、音波を用いて管路内の調査を行う場合、発音手段であるスピーカへの出力信号として、1サイクルの正弦波をなす信号を出力しても、スピーカでの機械的な慣性による周波数特性からして、送出される音波は1サイクルの波形を有するものとならない。具体的には、図4(A)に示すように、スピーカへの音波生成用電圧を1サイクルの正弦波で印加しても、図4(B)に示すように、スピーカからの音波の波形はスピーカの周波数特性によって1サイクルで収束せず、所謂、収束するまでの間にドリフトが発生した波形が得られる。このため、反射音波は、1サイクルの正弦波をなす音波波形と異なることから反射音波として識別する際の分解能が低い。

【0004】本発明の目的は、上記従来の音波式管路調査システムにおける問題に鑑み、管路内で反射する反射音波の識別のための分解能を低下させない音波の送出が

行える音波式管路調査システムを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、請求項1記載の発明は、管路の一端より当該管路内にパルス状の音波を送出する発音手段、前記管路の一端において前記管路内で反射したパルス状の音波を集音する集音手段を用いて上記パルス状の音波が送出されてから集音されるまでの時間と音速値とから管路内部を調査する音波式管路調査システムにおいて、上記発音手段が出力側に接続され、入力側には管路口径選択手段および上記発音手段から送出される音波の周波数選択手段がそれぞれ接続されている制御部を備え、上記制御部は、所定の音波波形を得るために上記管路口径と上記音波の周波数とで設定された電圧波形を予め登録しておき、選択された管路口径と音波の周波数とから上記電圧波形を選択して出力することとを特徴としている。

【0006】請求項2記載の発明は、請求項1記載の音波式管路調査システムにおいて、上記制御部は、所定の音波波形を得るために上記音波の周波数に基づき設定された電圧波形を予め登録しておき、選択された音波の周波数に基づき上記電圧波形を選択して出力することとを特徴としている。

【0007】請求項3記載の発明は、管路の一端より当該管路内にパルス状の音波を送出する発音手段、前記管路の一端において前記管路内で反射したパルス状の音波を集音する集音手段を用いて上記パルス状の音波が送出されてから集音されるまでの時間と音速値とから管路内部を調査する音波式管路調査システムにおいて、上記発音手段が出力側に接続され、入力側には上記集音手段が接続された制御部を備え、上記制御部は、上記発音手段から送出されている音波の波形が所定の音波波形に整合するように、上記発音手段に出力される電圧を順次変更することとを特徴としている。

【0008】請求項4記載の発明は、管路の一端より当該管路内にパルス状の音波を送出する発音手段、前記管路の一端において前記管路内で反射したパルス状の音波を集音する集音手段を用いて上記パルス状の音波が送出されてから集音されるまでの時間と音速値とから管路内部を調査する音波式管路調査システムにおいて、上記発音手段が出力側に接続され、入力側には上記集音手段が接続された制御部を備え、上記制御部は、上記発音手段から送出された音波波形と所定の音波波形とを比較し、波形同士が一致するように上記発音手段に出力される電圧を制御することとを特徴としている。

【0009】請求項5記載の発明は、請求項4記載の音波式管路調査システムにおいて、上記制御部によって実施される電圧制御は、上記波形同士が一致するまで複数回繰り返されることを特徴としている。

【0010】

【作用】請求項1および2記載の発明では、調査対象と

なる管路の口径および送出される音波の周波数を選択することで、その口径および周波数に対応する所定の音波波形が得られる電圧波形が抽出され、その電圧波形に対応した電圧制御が行われる。

【0011】請求項3記載の発明では、集音手段により集音されている送出音波の波形が所定の波形となるように、発音手段に出力される電圧が順次調整される。

【0012】請求項4および5記載の発明では、発音手段から送出された音波の波形と所定の音波波形とが比較され、波形同士が一致するように印加電圧が制御されて整合される。

【0013】

【実施例】以下、図示実施例により発明の詳細を説明する。図1は、請求項1記載の発明の構成を説明するためのブロック図である。図1において、音波式管路調査システムは、管路Sの端部の一つに配置された発音手段であるスピーカ1と、このスピーカ1から送出されて反射源からの反射音波を集音する集音手段であるマイクロフォン2と、スピーカ1が出力側に接続され、入力側にはマイクロフォン2が接続されている制御部3とを備えている。スピーカ1およびマイクロフォン2は、図示されないA/D変換器およびD/A変換器を含むI/Oインターフェースを介して制御部3に接続されている。制御部3は、スピーカ1から送出されるパルス状の音波の生成に加えてマイクロフォン2による反射音波の受信タイミングを用いて管路S内での反射源までの距離を演算処理するマイクロコンピュータで構成されている。

【0014】制御部3には、その入力側に、管路口径入力キー4および音波の周波数入力キー5が接続されており、管路口径および周波数を入力するようになっている。制御部3は、演算処理プログラムを始めとする各種基礎データを記憶している記憶部を有しており、この記憶部には、図2に示すように、調査対象となる管路Sの口径（図2中、符号Dで示す）と音波の周波数（図2中、符号fで示す）とをパラメータとして、1サイクルの正弦波からなる所定の音波波形が得られるようにスピーカ1に出力される電圧の波形が設定されている波形テーブル6が登録されている。波形テーブル6は、調査に用いられる管路の口径と音波の周波数とを選択し、種々の電圧印加による音波の波形を予め観察して得られたものであり、音波の波形が1サイクルの正弦波として得られることが確認された時の電圧波形が登録されているものである。本実施例は以上のような構成であるから、調査対象となる管路Sの口径および使用音波の周波数が管路口径入力キー4および周波数入力キー5によって入力されると、制御部3では、入力された管路口径および周波数をパラメータとして、所定の音波波形（1サイクルの音波波形）が得られる電圧波形を波形テーブル6から抽出し、その電圧波形をスピーカ1に対して出力する。

【0015】次に請求項2記載の発明を説明する。請求

項2記載の発明は、その実施例として、図1に示した構成のうちで、管路口径選択手段4が設けられていない点を除き図1に示した例と同様に、スピーカ1、マイクロフォン2、制御部3および周波数選択手段5が用いられる。本実施例では、制御部3において、図2に示した波形テーブル6のパラメータのうちで、周波数のみを選択するようになっている。音波の周波数はスピーカ1に印加される電圧と相関関係にあるため、これが電圧波形選択のためのパラメータとされている。本実施例では、周波数選択手段5により送出しようとする音波の周波数が入力されると、制御部3では、入力された周波数をパラメータとして、所定の音波波形（1サイクルの音波波形）が得られる電圧波形を波形テーブル6から抽出し、その電圧波形をスピーカ1に対して出力する。

【0016】次に請求項3記載の発明を説明する。請求項3記載の発明は、送出されている音波波形を観察しながらその波形が所定の音波波形となるように電圧制御することを特徴としている。この特徴を得るための実施例の構成としては、図1に示した例と同様に、機能は異なるが、発音手段であるスピーカ1、集音手段であるマイクロフォン2、および制御部3とが用いられる。本実施例の場合、制御部3は、比較器としての機能を有するオペアンプ等の増幅器を備え、時間軸上でマイクロフォン2から得られる音波の受信信号の信号レベルと所定の音波波形に対応する信号レベルとを観察しながら出力電圧の波形を変更するようになっている。本実施例では、マイクロフォン2によって得られた音波波形と所定の音波波形とが整合するように出力電圧の波形が順次変更される。

【0017】本実施例によれば、オペアンプを用いたアナログ制御であるので、目標対象である波形に対する整形処理がきわめて高速に行えるので、整形処理に対する応答時間を短くすることが可能になり、所謂、リアルタイムに制御処理が行える。

【0018】次に請求項4記載の発明を説明する。請求項4記載の発明は、発音手段から送出された音波波形と所定の音波波形とを比較し、波形同士が一致するように発音手段への上記発音手段に出力される電圧を制御することを特徴としている。この特徴を得るための実施例の構成は、図1に示した例と同様に、機能は異なるが、発音手段であるスピーカ1、集音手段であるマイクロフォン2、および制御部3とが用いられる。本実施例の場合、制御部3は、比較器としての機能を有するオペアンプ等の増幅器を備え、時間軸上でマイクロフォン2から得られる音波の受信信号の信号レベルと所定の音波波形に対応する信号レベルとを比較し、その比較結果に応じて出力電圧の振幅を制御するようになっている。図3に示すように、送出された音波波形が図3（C）の右側に示す所定の音波波形に相当する1サイクルの正弦波と比較され、波形同士が一致するように出力電圧波形が変更

される。

【0019】次に請求項5記載の発明を説明する。請求項5記載の発明は、送出された音波の波形が所定の音波波形に一致するように電圧波形の変更を複数回繰り返すことを特徴としている。この特徴を得るための実施例としては請求項4記載の発明の実施例と同様な構成が用いられる。本実施例では、図3（C）に示したスピーカ1への出力電圧と音波波形との関係、つまり、音波波形が所定の1サイクルの正弦波として得られるようにスピーカ1への出力電圧を設定するために、図3（A）および（B）に示すように、出力電圧の制御が複数回繰り返される。

【0020】なお、上記各実施例において説明した偏差をなくす手法としては、一例として、時間軸上での波形同士の振幅差を割出し、振幅差に応じた電圧の出力を調整する比例制御やPID制御が用いられる。

【0021】また、上記手法は、アナログ的手法であるが、デジタル信号処理することも可能である。この場合には、制御部3として、偏差およびその偏差に基づく出力電圧を演算処理可能なマイクロコンピュータが用いられ、スピーカ1およびマイクロフォン2は、制御部3の出力部および入力部に対して図示しないD/A変換器およびA/D変換器を含むI/Oインターフェースを介して接続される。制御部3では、マイクロフォン2からの出力信号を基にして、音波の受信信号の波形と所定の波形（1サイクルの正弦波）との偏差を求め、その偏差をなくすためにスピーカ1への出力電圧に対する電圧補正量を設定してスピーカ1に出力する。なお、デジタル制御では、アナログ制御に比べて制御時間が長くなるが、この問題は通常用いられている標準化定理（サンプリング定理）を用いることで短時間処理を可能にすることができる。

【0022】

【発明の効果】請求項1および2記載の発明によれば、調査対象となる管路の口径および送出される音波の周波数を選択することで、その口径および周波数に対応する1サイクルの正弦波音波が得られる電圧波形が抽出され、その電圧波形に対応した電圧制御が行われる。これにより、反射音波として識別する際の分解能が低下するのを防止することが可能になる。

【0023】請求項3記載の発明によれば、送出されている音波の波形が1サイクルの正弦波となるように、発音手段への印加電圧が順次調整される。これにより、送出音波が1サイクルの正弦波として送出されるので、反射音波の分解能の低下が防止できる。

【0024】請求項4および5記載の発明によれば、発音手段から送出された音波の波形を所定の音波波形に相当する1サイクルの正弦波波形と比較し、波形同士が一致するように発音手段に出力される電圧波形が変更されて整合されるので、反射音波の分解能が低下するのを防

止することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による音波式管路調査システムの構成を説明するためのブロック図である。

【図2】図1に示した構成において用いられる波形テーブルを示す表図である

【図3】図1に示したシステムの構成による作用を説明するためのタイミングチャートである。

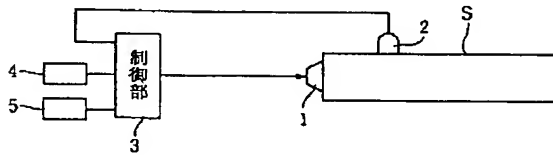
【図4】管路での送出音波の波形と音波送出のために印

可される電圧の波形とを示すタイミングチャートである。

【符号の説明】

- 1 発音手段であるスピーカ
- 2 集音手段であるマイクロフォン
- 3 制御部
- 4 管路口径入力キー
- 5 周波数入力キー

【図1】

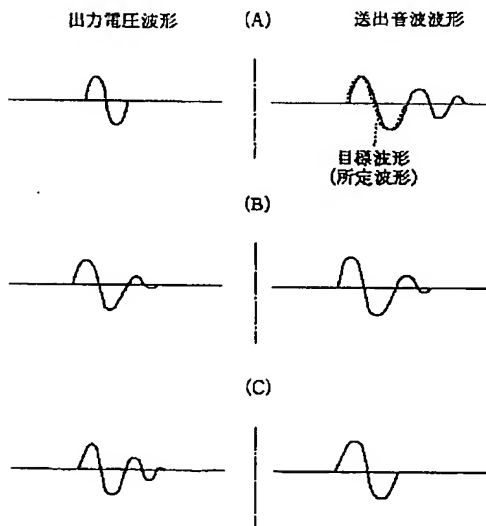


【図2】

6: 波形テーブル

D \ f	D	D1	D2	D3
f1				
f2				
f3				

【図3】



【図4】

